

日本国特許庁

28.12.00

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JP00/9434

REC'D 19 JAN 2001

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

1999年12月28日

出願番号
Application Number:

平成11年特許願第375351号

出願人
Applicant(s):

ソニー株式会社

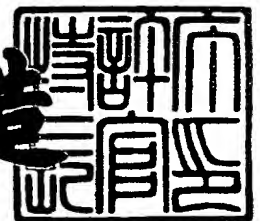
PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年 9月29日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3079154

【書類名】 特許願

【整理番号】 9900963605

【提出日】 平成11年12月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06F 19/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
内

【氏名】 横山 琢

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代表者】 出井 伸之

【代理人】

【識別番号】 100067736

【弁理士】

【氏名又は名称】 小池 晃

【選任した代理人】

【識別番号】 100086335

【弁理士】

【氏名又は名称】 田村 榮一

【選任した代理人】

【識別番号】 100096677

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊賀 誠司

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019530

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707387

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 情報伝達システム、情報伝達方法、ロボット及び情報記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 自主的に行動を決定する自律型のロボットであって、このロボットの遺伝情報が記憶される遺伝情報記憶手段と、上記遺伝情報記憶手段に記憶されている遺伝情報を外部に出力する遺伝情報出力手段とをそれぞれ備えた複数のロボットと、

上記複数のロボットの上記遺伝情報出力手段が出力した遺伝情報を配合して、自主的に行動を決定する自律型の他のロボットの遺伝情報記憶手段に記憶させるための新たな遺伝情報を生成する交配手段と

を備えたことを特徴とする情報伝達システム。

【請求項 2】 上記遺伝情報が、上記ロボットの構成、形態、行動を決定する情報の内の少なくとも 1 つの情報からなること

を特徴とする請求項 1 記載の情報伝達システム。

【請求項 3】 上記ロボットは、自律的な行動により、上記遺伝情報記憶手段に記憶される遺伝情報の更新をする遺伝情報更新手段を備えたこと

を特徴とする請求項 1 記載の情報伝達システム。

【請求項 4】 上記ロボットは、外的要因又は内的要因に応じてパラメータを変化させるパラメータ変化手段と、上記パラメータに応じて行動を決定する行動決定手段とを備え、

上記遺伝情報更新手段は、上記パラメータを遺伝情報として抽出して、抽出した遺伝情報により上記遺伝情報の更新をすること

を特徴とする請求項 3 記載の情報伝達システム。

【請求項 5】 上記ロボットは、上記遺伝情報出力手段に記憶されている上記遺伝情報を無線又は有線によるデータ通信により上記交配手段に送信し、

上記交配手段は、複数のロボットから送信されてきた上記遺伝情報により上記新たな遺伝情報を生成すること

を特徴とする請求項 1 記載の情報伝達システム。

【請求項 6】 上記ロボットは、上記遺伝情報出力手段に記憶されている上記遺伝情報を、着脱自在とされた情報記録媒体に記録し、

上記交配手段は、複数の上記情報記録媒体に記録されている上記遺伝情報により上記新たな遺伝情報を生成すること

を特徴とする請求項 1 記載の情報伝達システム。

【請求項 7】 上記交配手段は、上記遺伝情報の配合に応じて課金処理をすること

を特徴とする請求項 1 記載の情報伝達システム。

【請求項 8】 自主的に行動を決定する自律型の複数のロボットから出力された遺伝情報を配合して、新たな遺伝情報を生成し、

上記新たな遺伝情報を、自主的に行動を決定する自律型の他のロボットに継承させる

こと特徴とする情報伝達方法。

【請求項 9】 自主的に行動を決定する自律型のロボットであって、複数の他のロボットの遺伝情報を配合して、新たな遺伝情報を生成する交配手段と、

上記交配手段により生成された遺伝情報が記憶される遺伝情報記憶手段と、

上記遺伝情報記憶手段に記憶されている遺伝情報を出力する遺伝情報出力手段と

を備えたことを特徴とするロボット。

【請求項 10】 上記遺伝情報が、上記ロボットの構成、形態、行動を決定する情報の内の少なくとも 1 つの情報からなること

を特徴とする請求項 9 記載のロボット。

【請求項 11】 自律的な行動により、上記遺伝情報記憶手段に記憶される遺伝情報の更新をする遺伝情報更新手段を備えたこと

を特徴とする請求項 9 記載のロボット。

【請求項 12】 外的要因又は内的要因に応じてパラメータを変化させるパラメータ変化手段と、上記パラメータに応じて行動を決定する行動決定手段とを備え、

上記遺伝情報更新手段は、上記パラメータを遺伝情報として抽出して、抽出した遺伝情報により上記遺伝情報の更新をすること

を特徴とする請求項 1 1 記載のロボット。

【請求項 1 3】 上記他のロボットが出力した遺伝情報を無線又は有線により受信する受信手段を備え、

上記交配手段は、上記受信手段により受信した複数の上記遺伝情報により上記新たな遺伝情報を生成すること

を特徴とする請求項 9 記載のロボット。

【請求項 1 4】 上記他のロボットの遺伝情報が記録される情報記録媒体が着脱自在とされる記録媒体装着部を備え、

上記交配手段は、複数の上記情報記録媒体に記録されている上記遺伝情報により上記新たな遺伝情報を生成すること

を特徴とする請求項 9 記載のロボット。

【請求項 1 5】 複数のロボットの遺伝情報を配合して、新たな遺伝情報を生成する交配工程と、

上記交配工程により生成された遺伝情報を遺伝情報記憶手段に記憶する記憶工程と、

上記遺伝情報記憶手段に記憶されている遺伝情報を出力する遺伝情報出力工程と

を有したこと特徴とする情報伝達方法。

【請求項 1 6】 複数の他のロボットの遺伝情報を配合して、新たな遺伝情報を生成する交配工程と、

上記交配工程により生成された遺伝情報を遺伝情報記憶手段に記憶する記憶工程と、

上記遺伝情報記憶手段に記憶されている遺伝情報を出力する遺伝情報出力工程と、をロボットに実行させる情報が記録されていること

を特徴とする情報記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、情報を伝達する情報伝達システム及び情報伝達方法、自主的に行動を決定するロボット、並びに情報記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、ユーザからの指令や周囲の環境に応じて自主的に行動を決定する自律型のロボット装置の提案及び開発がなされている。例えば、この種のロボット装置は、犬や猫のように多関節の四足動物によく似た形状とされ、自律的に動作する行動パターンにより自己が行動を決定している。具体的には、ロボット装置は、ユーザから「ふせ」という音声命令を受け取ると「伏せ」の姿勢をとったり、自分の口の前にユーザが手を差し出す動作に応じて「お手」をするようになされている。

【0003】

さらに、自律型のロボット装置には成長機能を備えるものもあり、ロボット装置は、この成長機能により、成長段階に応じた行動を起こす。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、自律型のロボット装置には、性格を表出させる機能や学習機能を備えるものがある。性格を表出させる機能により、ロボット装置は、「怒りっぽい」性格や「優しい」性格に応じた行動を起こす。また、学習機能により、過去において取得した情報を行動に反映させることができる。例えば、学習機能により「ボールを蹴る」動作を獲得したロボット装置はボールを見つけると蹴る動作をするといったようにである。

【0005】

しかし、従来の自律型のロボット装置では、成長や学習の過程で獲得したスキルや性格はそのロボット装置固有のものとして完結されていた。すなわち、獲得したスキルや性格、すなわち遺伝情報を他のロボット装置に継承して広めたりす

ることはできなかった。

【0006】

そこで、本発明は、上述の実情に鑑みてなされたものであり、ロボット装置間で遺伝情報を継承することができる情報伝達システム、情報伝達方法、ロボット装置及び情報記録媒体の提供を目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る情報伝達システムは、上述の課題を解決するために、遺伝情報が記憶される遺伝情報記憶手段と、遺伝情報記憶手段に記憶されている遺伝情報を外部に出力する遺伝情報出力手段とを備えた自律型のロボットを備える。そして、情報伝達システムは、複数のロボットの遺伝情報出力手段が出力した遺伝情報を配合して、自主的に行動を決定する自律型の他のロボットの遺伝情報記憶手段に記憶させるための新たな遺伝情報を生成する交配手段を備える。

【0008】

このような情報伝達システムでは、ロボットは、遺伝情報記憶手段に記憶されている遺伝情報を遺伝情報出力手段により外部に出力し、交配手段は、複数のロボットの遺伝情報出力手段が出力した遺伝情報を配合して、自主的に行動を決定する自律型の他のロボットの遺伝情報記憶手段に記憶させるための新たな遺伝情報を生成する。これにより、ロボットは、継承された遺伝情報に影響された行動を起こす。

【0009】

また、本発明に係る情報伝達方法は、上述の課題を解決するために、自主的に行動を決定する自律型の複数のロボットから出力された遺伝情報を配合して、新たな遺伝情報を生成し、新たな遺伝情報を、自主的に行動を決定する自律型の他のロボットに継承させる。

【0010】

このような情報伝達方法により、ロボットは、継承された遺伝情報に影響された行動を起こす。

【0011】

また、本発明に係るロボットは、上述の課題を解決するために、他の複数のロボットの遺伝情報を配合して、新たな遺伝情報を生成する交配手段と、交配手段により生成された遺伝情報が記憶される遺伝情報記憶手段と、遺伝情報記憶手段に記憶されている遺伝情報を出力する遺伝情報出力手段とを備える。

【0012】

このような構成を備えたロボットは、交配手段により、複数の他のロボットの遺伝情報を配合して、新たな遺伝情報を生成し、遺伝情報記憶手段に記憶されている遺伝情報を遺伝情報出力手段により出力する。これにより、ロボットは、継承された遺伝情報に影響された行動を起こす。

【0013】

また、本発明に係る情報伝達方法は、上述の課題を解決するために、複数のロボットの遺伝情報を配合して、新たな遺伝情報を生成する交配工程と、交配工程により生成された遺伝情報を遺伝情報記憶手段に記憶する記憶工程と、遺伝情報記憶手段に記憶されている遺伝情報を出力する遺伝情報出力工程とを有する。

【0014】

このような情報伝達方法により、ロボットは、継承された遺伝情報に影響された行動を起こす。

【0015】

また、本発明に係る情報記録媒体は、上述の課題を解決するために、複数の他のロボットの遺伝情報を配合して、新たな遺伝情報を生成する交配工程と、交配工程により生成された遺伝情報を遺伝情報記憶手段に記憶する記憶工程と、遺伝情報記憶手段に記憶されている遺伝情報を出力する遺伝情報出力工程と、をロボットに実行させる情報が記録されている。

【0016】

このような情報記録媒体により、ロボットは、継承された遺伝情報に影響された行動を起こす。

【0 0 1 7】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を用いて詳しく説明する。この実施の形態は、本発明を、複数のロボット装置間の交配により得た新たな遺伝情報を他のロボット装置に継承する交配システムに適用したものである。

【0 0 1 8】

この交配システムにおいて、遺伝情報の継承を行うロボット装置は、図 1 に示すように、このロボット装置 1 の遺伝情報が記憶される遺伝情報記憶部 2 と、遺伝情報記憶部 2 に記憶されている遺伝情報を外部に出力する遺伝情報出力手段である遺伝情報送出部 3 と、自律的な行動により、遺伝情報記憶部 2 に記憶される遺伝情報を更新する遺伝情報更新手段である遺伝情報生成部 4 とを備えている。

【0 0 1 9】

そして、例えば、ロボット装置 1 の外部形状は、図 2 に示すように、犬に模した形状とされている。ロボット装置 1 は、頭に相当する頭部 5 と、胴体に相当する本体部 6 と、足に相当する足部 7 A, 7 B, 7 C, 7 D と、尻尾に相当する尻尾部 8 とを連結することによって構成され、本体部 6 に対して頭部 5、足部 7 A ~ 7 D、尻尾部 8 を動かすことによって本物の四足動物のように動作させるようになされている。例えば、頭部 5 には、目に相当し、画像を撮像する例えば CCD (Charge Coupled Device) カメラでなる画像認識部や、耳に相当し、音声を集音するマイクや、口に相当し、音声を発するスピーカがそれぞれ所定位置に取り付けられている。そして、具体的には後述するが、このロボット装置 1 は、外的要因や内的要因により自主的に行動を決定する自律型のロボット装置として構成されている。

【0 0 2 0】

交配システムは、図 3 に示すように構築され、このようなロボット装置 1 による遺伝情報の継承を行う。交配システムは、この図 3 に示すように、遺伝情報を出力するロボット装置（以下、親ロボット装置という。）1 a, 1 b と、親ロボット装置 1 a, 1 b からの遺伝情報を配合により新たな遺伝情報を生成する、すなわちいわゆる「交配」により新たな遺伝情報を生成する交配センタ 1 0 0 と、

交配センタ 1 0 0 の「交配」により得た新たな遺伝情報が継承されるロボット装置（以下、子供ロボット装置という。） 1 c とを有している。

【 0 0 2 1 】

親ロボット装置 1 a, 1 b と子供ロボット装置 1 c とは、基本的には同様な構成とされ、遺伝情報保存部 2、遺伝情報送出部 3 及び遺伝情報生成部 4 を備えている。すなわち、使用態様により（遺伝情報を継承する側か、遺伝情報が継承される側かにより）、ロボット装置が、「親ロボット装置」になったり、「子供ロボット装置」になったりする。以下に、これら遺伝情報保存部 2、遺伝情報送出部 3 及び遺伝情報生成部 4 を含めて交配システム内の処理を具体的に説明する。

【 0 0 2 2 】

遺伝情報保存部 2 は、一時的に遺伝情報が保存される記憶手段である。ここで、遺伝情報は、ロボット装置 1 の構成、形態、行動を決定づける情報のうちの少なくとも 1 つの情報である。すなわち、例えば、遺伝情報としては、ロボット装置 1 の性格に関する情報等が挙げられる。

【 0 0 2 3 】

また、遺伝情報保存部 2 に保存される遺伝情報は、継承されてきた遺伝情報であってもよく、更新により新たに得た遺伝情報であったもよい。すなわち、遺伝情報は、先天的なものでもよく、後天的なものともされてもよい。具体的には、更新により新たに得た遺伝情報とは、学習機能より獲得した情報、成長段階において獲得した情報、或いは性格の情報等の自律的に行動した結果として得た情報である。

【 0 0 2 4 】

また、遺伝情報には、自律的な行動により影響されないような、例えば「血液型」、「目の色」等の普遍的な情報も含まれる。

【 0 0 2 5 】

新たな遺伝情報の生成（更新）については、自律的な行動により遺伝情報を更新する遺伝情報更新手段である遺伝情報生成部 4 により行われ、次のようになされる。

【0026】

具体的には後述するが、ロボット装置1は、自主的な行動の決定を、外的要因又は内的要因に応じてパラメータを変化させ、そのパラメータに応じて行っている。例えば、パラメータとしては、外的要因又は内的要因に応じて変化する「性格」のパラメータ等が挙げられる。よって、行動を決定づけるパラメータが「性格」に応じて変化する場合には、ロボット装置は、外的要因又は内的要因に応じて性格を表出させた行動を決定して、動作するようになる。

【0027】

遺伝情報生成部4は、このようなパラメータを遺伝情報として抽出して、抽出した遺伝情報により遺伝情報保存部2に記憶される遺伝情報を更新する。すなわち、成長や学習の過程により得た自己の独自の遺伝情報と、「親」から継承してきた遺伝情報とを組み合わせ、遺伝情報を更新する。これにより、「親」から承継された遺伝情報が、次世代に承継する（「子供」に出力する）遺伝情報と異なる情報となる。

【0028】

親ロボット装置1a, 1bにあっては、このように遺伝情報送出部3に記憶された遺伝情報を、交配センタ100に送出するようになされている。例えば、親ロボット装置1a, 1bからの遺伝情報の送出は、無線又は有線によるデータ通信により行う。例えば、有線又は無線によるデータ通信としては、いわゆるインターネットによりものが挙げられる。

【0029】

交配センタ100では、上述のようにして2体の親ロボット装置1a, 1bから送られてきた遺伝情報を、いわゆる「交配」作業により、新たな遺伝情報を生成する。例えば、「交配」作業は、予め規定された法則によって親ロボット装置1a, 1bから得た配合して、新規な遺伝情報を生成するといったものである。

【0030】

例えば、「交配」作業は、例えばメンデルの法則やDNAの遺伝法則のような自然界で承知されている方法によるものが挙げられる。そして、交配センタ100において生成された新たな遺伝情報は、上述したようなインターネット等のデ

ータ通信を使用して今度は子供ロボット装置 1 c に送出される。

【0 0 3 1】

子供ロボット装置 1 c では、交配センタ 1 0 0 から送られてきた遺伝情報を、遺伝情報保存部 2 に一時的に保存する。そして、子供ロボット装置 1 c は、そのような遺伝情報に影響されて自主的に行動を決定する。また、子供ロボット装置 1 c は、上述の親ロボット装置 1 a, 1 b と同様に、自主的に行動を決定するような自律型のロボット装置として構成されており、上述した場合と同様に、自主的な行動により得た独自の情報により遺伝情報を更新したりする。

【0 0 3 2】

そして、子供ロボット装置 1 c の遺伝情報が、所定期期になると、例えば「交配時期」になると、交配センタ 1 0 0 に送出されて、「交配」作業が再びなされる。

【0 0 3 3】

ここで、交配システムが、いわゆるインターネット上において展開される場合について図 4 を用いて具体的に説明する。

【0 0 3 4】

図 4 に示すように、まず、親ロボット装置 1 a, 1 b において取得された遺伝情報をネットワーク上に接続されている各パーソナルコンピュータ 1 1 0 a, 1 1 0 b に取り込む。

【0 0 3 5】

親ロボット装置 1 a, 1 b からパーソナルコンピュータ 1 1 0 a, 1 1 0 b への遺伝情報の取り込みについては、無線或いは有線、若しくは情報記録媒体を介して行うことが挙げられる。情報記録媒体としては、いわゆるメモリースティックが挙げられる。例えば、ロボット装置 1 a, 1 b は、外部機器との間で無線又は有線によりデータ通信を行うデータ通信手段を備えており、これにより、無線又は有線によりパーソナルコンピュータ 1 1 0 a, 1 1 0 b へ遺伝情報が送信される。また、ロボット装置 1 a, 1 b は、メモリースティックが着脱自在とされるメモリースティックスロットを備えており、これにより、メモリースティックを介してパーソナルコンピュータ 1 1 0 a, 1 1 0 b へ遺伝情報が渡される。

【0036】

パーソナルコンピュータに110a, 110bに取り込まれた遺伝情報は、有線又は無線のネットワークを介して交配センタ100に送出される。配合センタ100では上述したように、送られてきた遺伝情報から、「交配」作業により新たな遺伝情報を生成する。例えば、交配センタ100におけるこのような「交配」作業をサービスとして提供する場合には、その「交配」作業に対して課金処理が行われる。

【0037】

交配センタ100は新たに得た遺伝情報を有線又は無線のネットワークを介して子供ロボット装置1cが接続されるパーソナルコンピュータ110cに送出する。そして、子供ロボット装置1cは、パーソナルコンピュータ110cを介して遺伝情報を受け取る。例えば、遺伝情報の受取についてを無線或いは有線のデータ通信、若しくはメモリースティック等の情報記録媒体を介して行い、具体的には、親ロボット装置1a, 1bと同様に、データ通信手段や、メモリースティックスロットを備えることにより行われる。

【0038】

インターネット上において交配システムが展開される場合には、以上のように処理がなされる。

【0039】

なお、上述の実施の形態では、各ロボット装置1a, 1b, 1cからの遺伝情報の授受をそれぞれのパーソナルコンピュータ110a, 110b, 110cにより行っているが、1台のパーソナルコンピュータにより行うこともできる。例えば、同一人のユーザがロボット装置の交配を行うような場合である。

【0040】

以上述べたようなロボット装置1a, 1b, 1cや交配センタ100により構築された交配システムにより、ロボット装置の遺伝情報を他のロボット装置に継承することが可能になる。

【0041】

そして、ロボット装置において自主的に行動を決定するために使用される外的

要因や内的要因により変化するパラメータにより、継承されてきた遺伝情報に影響を与えることにより、継承されていく遺伝情報がより環境に応じて変化していくことになる。これにより、ロボット装置（「親ロボット装置」）が成長や学習を通じて新規に獲得したスキルや性格などを他のロボット装置（「子供ロボット装置」）に継承させることができる。さらに、遺伝情報を次々に継承されていくことにより、様々な環境に適用可能な柔軟性を持ち合わせたロボット装置の群や集団が形成される。

【0042】

なお、上述の実施の形態では、遺伝情報の継承を、「親」のロボット装置と「子供」のロボット装置との一般的な遺伝の継承体系の関係において行う場合について説明した。しかし、これに限定されるものではなく、すなわち、必ずしも遺伝情報の継承が、雌雄の動物の「交配」に対応される遺伝情報の継承として捉えられる必要はない。例えば、3以上のロボット装置からの遺伝情報から新たな遺伝情報を取得することもできる。

【0043】

また、例えば、ロボット装置における遺伝情報に基づく行動の決定やその遺伝情報の更新は、図5に示すような手順により行うことができる。

【0044】

ステップS1において、交配（継承）した遺伝情報を遺伝情報保存部2に保存する。交配した遺伝情報については、具体的には、図6に示すように、人間のよう、「父親」の血液型が「AO」で、「母親」の血液型が「BO」である場合、「子供」の血液型が「AO」となるような情報である。また、図7に示すように、「父親」の「活発さ（行動意欲）」のパラメータが「80」で、母親の「活発さ」のパラメータが「20」である場合、その平均値として「子供」の活発さのパラメータが「50」となるような情報である。

【0045】

ロボット装置1は、このような「活発さ」のパラメータや「血液型」に影響されて行動を決定する。ここで、「血液型」に影響される行動の決定は、例えば、人間と同様に血液型に応じて異なる性格を表出させた行動をとるようにする。

【0046】

また、人間と同様に、「A」と「B」が優勢の因子であり、「O」が劣勢の因子であるとして、1体のロボット装置にこのような因子の組み合わせからなる「血液型」を持たせることもできる。この場合、図6に示したように、父親のロボット装置が「A」と「O」の因子を持つA型であり、母親のロボット装置が「B」と「O」の因子を持つB型であり、これら親同士の交配により、仮に父親のロボット装置から「A」の因子を、母親のロボット装置から「O」の因子をそれぞれ子供のロボット装置が受け継いだとする。これにより、誕生した子供のロボット装置は「A」と「O」とを因子として持つが、「A」の因子は「O」の因子に対して優勢なので子のロボット装置の顕在化される血液型は「A型」になる。このように、ロボット装置に、人間と同様に、優勢及び劣性の因子の組み合わせとしての「血液型」を持たせることもできる。

【0047】

続くステップS2において、成長や学習を通じて、そのように遺伝情報保存部2に記憶される遺伝情報に影響を与え、変化させる。

【0048】

ここで、例えば、上述したような「血液型」の遺伝情報については、そのロボット装置内では普遍的なものであり成長や学習を通じて影響されない。一方、「活発さ」のパラメータについては、成長や学習を通じて影響され、成長や学習を通じて変化させる。例えば、人間に多くかまってもらえたときには、「活発さ」のパラメータに「2」を加算して、また、一定期間ほおっておかれたときには、「活発さ」のパラメータから「1」を減算する。例えば、ロボット装置は、「かまってもらった」の判断については頭部に設けられたタッチセンサの接触検出により行う。例えば、タッチセンサが押されたときには、かまってもらったと判断し「活発さ」のパラメータに「2」を加算し、一定期間タッチセンサが押されないときには、かまってもらえないと判断し「活発さ」のパラメータから「1」を減算する。

【0049】

そして、ステップS3において、このように変化された遺伝情報を取り出すか

否かを判別する。すなわち、例えば「交配時期」か否かを判別する。このステップ S 3 において遺伝情報を取り出すと判断されるまで、上述のステップ S 2 の遺伝情報を変化させる処理がなされ、遺伝情報を取り出すと判断した場合に、ステップ S 4 に進み、遺伝情報を送出する処理がなされる。例えば、遺伝情報として、「A O」の血液型を送り出し、変化された「活発さ」のパラメータとして「6 3」を送出する。

【 0 0 5 0 】

以上のように、遺伝情報の継承がなされていくロボット装置は、自主的に行動を決定する自律型のロボット装置として構成されており、次に、自律型のロボット装置 1 の具体的な構成について説明する。

【 0 0 5 1 】

(1) ロボット装置の構成

図 2 に示したように、ロボット装置 1 は、外観が構成されており、頭に相当する頭部 5 と、胴体に相当する本体部 6 と、足に相当する足部 7 A ~ 7 D と、尻尾に相当する尻尾部 8 とを連結することによって構成され、本体部 6 に対して頭部 2、足部 7 A ~ 7 D、尻尾部 8 を動かすことによって本物の四足動物のように動作させるようになっている。

【 0 0 5 2 】

このロボット装置 1 は、図 8 に示すように、頭部 5 には、目に相当し、画像を撮像する例えば C C D (Charge Coupled Device) カメラでなる画像認識部 1 0 と、耳に相当し、音声を集音するマイク 1 1 と、口に相当し、音声を発するスピーカ 1 2 と、目の表情に相当し、複数形態の発光により外部出力をする L E D 1 5 とがそれぞれ所定位置に取り付けられている。例えば、L E D 1 5 の発光を制御することにより、目の表情や色を変化させることができる。例えば、遺伝情報による「目の色」の継承は、この L E D 1 5 を所定の色にすることによりなされる。また、頭部 5 には、ユーザからリモートコントローラ（図示せず）を介して送信される指令を受信するリモートコントローラ受信部 1 3 と、ユーザの手などが接触されたことを検出するためのタッチセンサ 1 4 とが取り付けられている。

【 0 0 5 3 】

本体部 6 には、腹に相当する位置にバッテリー 2 1 が取り付けられると共に、その内部にロボット装置 1 全体の動作を制御するための電子回路（図示せず）等が収納されている。

【 0 0 5 4 】

足部 7 A ～ 7 D の関節部分、足部 7 A ～ 7 D と本体部 6 の連結部分、本体部 6 と頭部 5 の連結部分、本体部 6 と尻尾部 8 の連結部分などは、それぞれのアクチュエータ 2 3 A ～ 2 3 N によって連結されており、本体部 6 内部に収納される電子回路の制御に基づいて駆動するようになされている。このようにロボット装置 1 は、各アクチュエータ 2 3 A ～ 2 3 N を駆動させることにより、頭部 5 を上下左右に振らせたり、尻尾部 8 を振らせたり、足部 7 A ～ 7 D を動かして歩かせたり走らせたりして、本物の四足動物のような動作を行わせる。

【 0 0 5 5 】

(2) ロボット装置の回路構成

ロボット装置 1 の回路構成は、例えば図 8 に示すように構成されている。頭部 5 は、マイク 1 1 及びリモートコントローラ受信部 1 3 でなるコマンド受信部 3 0 と、画像認識部 1 0 及びタッチセンサ 1 4 からなる外部センサ 3 1 と、スピーカ 1 2 と、LED 1 5 とを有している。また本体部 6 は、バッテリー 2 1 を有すると共に、その内部にロボット装置 1 全体の動作を制御するためのコントローラ 3 2 と、バッテリー 2 1 の残量を検出するためのバッテリーセンサ 3 3 及びロボット装置 1 内部で発生する熱を検出する熱センサ 3 4 でなる内部センサ 3 5 とを有している。さらにロボット装置 1 の所定位置にはアクチュエータ 2 3 A ～ 2 3 N がそれぞれ設けられている。

【 0 0 5 6 】

コマンド受信部 3 0 は、ユーザからロボット装置 1 に与えられる指令、例えば「歩け」、「伏せ」、「ボールを追いかける」等の指令を受信するためのものであり、リモートコントローラ受信部 1 3 及びマイク 1 1 によって構成されている。リモートコントローラ（図示せず）は、ユーザの操作によって所望の指令が入力されると、当該入力された指令に応じた赤外線光をリモートコントローラ受信

部 13 に送信する。リモートコントローラ受信部 13 は、この赤外線光を受信して受信信号 S I A を生成し、これをコントローラ 32 に送出する。マイク 11 は、ユーザが所望の指令に応じた音声を発すると、当該ユーザの発した音声を集音して音声信号 S I B を生成し、これをコントローラ 32 に送出する。このようにコマンド受信部 30 は、ユーザからロボット装置 1 に与えられる指令に応じて受信信号 S I A 及び音声信号 S I B でなる指令信号 S 1 を生成し、これをコントローラ 32 に供給する。

【0057】

外部センサ 31 のタッチセンサ 14 は、ユーザからロボット装置 1 への働きかけ、例えば「なでる」、「たたく」等の働きかけを検出するためのものであり、ユーザが当該タッチセンサ 14 を触れることによって所望の働きかけを行うと、当該働きかけに応じた接触検出信号 S 2 A を生成し、これをコントローラ 32 に送出する。

【0058】

外部センサ 31 の画像認識部 10 は、ロボット装置 1 の周囲の環境を識別した結果、例えば「暗い」、「お気に入りのおもちゃがある」等の周囲の環境情報又は例えば「他のロボット装置が走っている」等の他のロボット装置の動きを検出するためのものであり、当該ロボット装置 1 の周囲の画像を撮影し、その結果得られる画像信号 S 2 B をコントローラ 32 に送出する。このように外部センサ 31 は、ロボット装置 1 の外部から与えられる外部情報に応じて接触検出信号 S 2 A 及び画像信号 S 2 B でなる外部情報信号 S 2 を生成し、これをコントローラ 32 に送出する。

【0059】

内部センサ 35 は、ロボット装置 1 自身の内部状態、例えばバッテリー容量が低下したを意味する「お腹がすいた」、「熱がある」等の内部状態を検出するためのものであり、バッテリーセンサ 33 及び熱センサ 34 から構成されている。

バッテリーセンサ 33 は、ロボット装置 1 の各回路に電源を供給するバッテリー 21 の残量を検出するためのものであり、その検出した結果であるバッテリー容量検出信号 S 3 A をコントローラ 32 に送出する。熱センサ 34 は、ロボット装置 1

内部の熱を検出するためのものであり、その結果として熱検出信号 S 3 B をコントローラ 3 2 に送出する。このように内部センサ 3 5 は、ロボット装置 1 の内部の情報に応じてバッテリー容量検出信号 S 3 A 及び熱検出信号 S 3 B でなる内部情報信号 S 3 を生成し、これをコントローラ 3 2 に送出する。

【0060】

コントローラ 3 2 は、コマンド受信部 3 0 から供給される指令信号 S 1 と、外部センサ 3 1 から供給される外部情報信号 S 2 と、内部センサ 3 5 から供給される内部情報信号 S 3 とに基づいて、各アクチュエータ 2 3 A ~ 2 3 N を駆動させるための制御信号 S 5 A ~ S 5 N を生成し、これらをアクチュエータ 2 3 A ~ 2 3 N にそれぞれ送出して駆動させることによりロボット装置 1 を動作させる。

【0061】

その際コントローラ 3 2 は、外部に出力するための音声信号 S 1 0 や発光信号 S 1 1 を必要に応じて生成し、このうち音声信号 S 1 0 をスピーカ 1 2 を介して外部に出力したり、発光信号 S 1 1 を LED 1 5 に送出して所望の形態として発光出力することにより、ユーザに対して「怒っている」や「悲しい」といった必要な情報を知らせるようになされている。

【0062】

(3) コントローラにおけるデータ処理

コントローラ 3 2 は、コマンド受信部 3 0 から供給される指令信号 S 1 と、外部センサ 3 1 から供給される外部情報信号 S 2 と、内部センサ 3 5 から供給される内部情報信号 S 3 とを、所定の記憶領域に予め格納されているプログラムに基づいてソフトウェア的にデータ処理を施し、その結果得られる制御信号 S 5 をアクチュエータ 2 3 に供給する。

【0063】

図 9 に示すように、コントローラ 3 2 は、そのデータ処理の内容を機能的に分類すると、感情本能モデル変化手段としての感情・本能モデル部 4 0 と、動作状態決定手段としての行動決定機構部 4 1 と、姿勢遷移手段としての姿勢遷移機構部 4 2 と、制御機構部 4 3 とを備えている。コントローラ 3 2 は、感情・本能モデル部 4 0 を有することにより、入力情報に基づいて当該モデルを変化させて、

行動及び／又は動作を生成する行動及び／又は動作生成手段として機能する。また、コントローラ 32 は、成長度合いに応じた成長モデルの情報に基づいて動作を制御する機能を備えている。

【0064】

このコントローラ 32 は、外部から供給される指令信号 S1 と外部情報信号 S2 と内部情報信号 S3 とを感情・本能モデル部 40 及び行動決定機構部 41 に入力する。

【0065】

図 10 に示すように、感情・本能モデル部 40 は、複数の独立した感情モデルとしての情動部 50A～50F でなる情動群 50 と、複数の独立した欲求モデルとしての欲求部 51A～51D でなる欲求群 51 とを有している。

【0066】

情動群 50 としては、「うれしさ」の情動部 50A、「悲しさ」の情動部 50B、「怒り」の情動部 50C、「驚き」の情動部 50D、「恐れ」の情動部 50E 及び「嫌悪」の情動部 50F 等が挙げられる。

【0067】

欲求群 51 としては、「運動欲」の欲求部 51A、「愛情欲」の欲求部 51B、「食欲」の欲求部 51C 及び「好奇心」の欲求部 51D 等が挙げられる。

【0068】

情動部 50A～50F は、情動の度合いを例えば 0～100 レベルまでの強度によってそれぞれ表し、供給される指令信号 S1、外部情報信号 S2 及び内部情報信号 S3 に基づいて情動の強度をそれぞれ時々刻々と変化させる。また、情動部 50A～50F は相互に影響し合って強度が変化するようにもなされている。かくして感情・本能モデル部 40 は、時々刻々と変化する情動部 50A～50D の強度を組み合わせることによりロボット装置 1 の感情の状態を表現し、感情の時間変化をモデル化している。

【0069】

また、欲求部 51A～51D は、情動部 50A～50F と同様に、欲求の度合いを例えば 0～100 レベルまでの強度によってそれぞれ表し、供給される指令

信号 S 1 と外部情報信号 S 2 と内部情報信号 S 3 とに基づいて欲求の強度をそれぞれ時々刻々と変化させる。また、欲求部 5 1 A ～ 5 1 D は相互に影響し合って強度が変化するようにもなされている。かくして感情・本能モデル群 4 0 は、時々刻々と変化する欲求部 5 1 A ～ 5 1 D の強度を組み合わせることによりロボット装置 1 の本能の状態を表現し、本能の時間変化をモデル化している。

【0070】

さらに、感情群 5 0 と欲求群 5 1 とは互いに影響し、その強度を変化させるようにもなされている。例えば、「愛情欲」が満たされると「怒り」の感情や「悲しさ」の感情がおさえられ、また、「食欲」が満たされないと「怒り」の感情や「悲しさ」の感情が高まるといったようにである。このように、感情と欲求との相互作用により複雑に影響した状態を表現することができる。

【0071】

以上のような感情・本能モデル部 4 0 は、指令信号 S 1 と外部情報信号 S 2 と内部情報信号 S 3 とでなる入力情報 S 1 ～ S 3 に基づいて情動部 5 0 A ～ 5 0 F 及び欲求部 5 1 A ～ 5 1 D の強度をそれぞれ変化させる。そして、感情・本能モデル部 4 0 は、この変化した情動部 5 0 A ～ 5 0 F の強度を組み合わせることにより感情の状態を決定すると共に、変化した欲求部 5 1 A ～ 5 1 D の強度を組み合わせることにより、感情及び本能の状態を決定し、当該決定された感情及び本能の状態を感情・本能状態情報 S 1 0 として行動決定機構部 4 1 に送出する。

【0072】

図 9 に戻って、行動決定機構部 4 1 は、指令信号 S 1 と外部情報信号 S 2 と内部情報信号 S 3 と感情・本能状態情報 S 1 0 と行動情報 S 1 2 とでなる入力情報 S 1 4 に基づいて次の行動を決定し、当該決定された行動の内容を行動指令情報 S 1 6 として姿勢遷移機構部 4 2 に送出する。

【0073】

具体的には、図 11 に示すように、行動決定機構部 4 1 は、過去に供給された入力情報 S 1 4 の履歴を動作状態（以下、ステートという。）で表し、現在供給された入力情報 S 1 4 とそのときのステートとに基づいて当該ステートを別のステートに遷移させることにより、次の行動を決定するような有限個のステートを

有する有限オートマトン 57 と呼ばれるアルゴリズムを用いている。以下、行動決定機構部 41 において行動を決定するこのようなアルゴリズムを、行動モデルということにする。

【0074】

このように行動決定機構部 41 は、入力情報 S14 が供給される毎にステートを遷移させ、当該遷移したステートに応じて行動を決定することにより、現在の入力情報 S14 だけでなく過去の入力情報 S14 も参照して行動を決定している。

【0075】

従って、例えば「ボールを追いかけている」というステート ST1 において、「ボールが見えなくなった」という入力情報 S14 が供給されると、「立っている」というステート ST5 に遷移する一方、「寝ている」というステート ST2 において、「起きろ」という入力情報 S14 が供給されると、「立っている」というステート ST4 に遷移する。このようにこれらステート ST4 及びステート ST5 は、行動は同一であっても過去の入力情報 S14 の履歴が異なっていることから、ステートも異なっていることが分かる。

【0076】

實際上、行動決定機構部 41 は、所定のトリガーがあったことを検出すると、現在のステートを次のステートに遷移させる。トリガーの具体例としては、例えば現在のステートの行動を実行している時間が一定値に達した、又は特定の入力情報 S14 が入力された、又は感情・本能モデル部 40 から供給される感情・本能状態情報 S10 が示す情動部 50A～50F 及び欲求部 51A～51D の強度のうちの一部（情動部或いは欲求部）の強度が所定の閾値を超えたこと等が挙げられる。

【0077】

その際、行動決定機構部 41 は、感情・本能モデル部 40 から供給された感情・本能状態情報 S10 が示す情動部 50A～50F 及び欲求部 51A～51D の強度のうち、所望の情動部或いは欲求部が所定の閾値を超えているか否かに基づいて遷移先のステートを選択する。これにより行動決定機構部 41 は、例えば同

一の指令信号 S1 が入力されても、情動部 50A～50F 及び欲求部 51A～51D の強度に応じて異なるステートに遷移するようになされている。

【0078】

従って行動決定機構部 41 は、供給される外部情報信号 S2 を基に例えば目の前に手のひらが差し出されたことを検出し、かつ感情・本能状態情報 S10 を基に「怒り」情動部 50C の強度が所定の閾値以下であることを検出し、かつ内部情報信号 S3 を基に「お腹がすいていない」、すなわち電池電圧が所定の閾値以上であることを検出すると、目の前に手のひらが差し出されたことに応じて「おて」の動作を行わせるための行動指令情報 S16 を生成し、これを姿勢遷移機構部 42 に送出する。

【0079】

例えば、行動決定機構部 41 は、例えば目の前に手のひらが差し出され、かつ「怒り」情動部 50C の強度が所定の閾値以下であり、かつ「お腹がすいている」すなわち電池電圧が所定の閾値未満であることを検出すると、「手のひらをぺろぺろなめる」ような動作を行わせるための行動指令情報 S16 を生成し、これを姿勢遷移機構部 42 に送出する。

【0080】

また、行動決定機構部 41 は、例えば目の前に手のひらが差し出され、かつ「怒り」情動部 50C の強度が所定の閾値以上であることを検出すると、「お腹がすいていない」すなわち電池電圧が所定の閾値以上であるか否かにかかわらず、「ぷいと横を向く」ような動作を行わせるための行動指令情報 S16 を生成し、これを姿勢遷移機構部 42 に送出する。

【0081】

また、行動決定機構部 41 は、感情・本能モデル部 40 から供給された感情・本能状態情報 S10 が示す情動部 50A～50F 及び欲求部 51A～51D の強度のうち所望の情動部或いは欲求部の強度に基づいて、遷移先のステートで行われる行動のパラメータ、例えば歩行の速度、手足を動かす際の動きの大きさや速度、音を出す際の音の高さや大きさなどを決定し、当該行動のパラメータに応じた行動指令情報 S16 を生成して姿勢遷移機構部 42 に送出するようになされて

いる。

【0082】

また、ロボット装置 1 の学習機能については、例えばこの行動決定機構部 4 1 により実現される。すなわち、例えば行動決定機構部 4 1 により、過去に取得した情報に基づいた行動指令情報 S 1 6 の生成がなされる。

【0083】

具体的には、行動決定機構部 4 1 において、行動モデルのアルゴリズムとして挙げられる図 1 1 に示した有限オートマトン 5 7 が、入力情報 S 1 4 に応じて変化した過去の遷移経路を記憶することにより「学習機能」を実現する。例えば、「ボールをみつけた」ことにより「ボールを蹴る」といった遷移動作（スキル）が一般的な行動モデルとして記憶されていないような場合、そのような遷移経路を記憶して、新たな遷移動作を獲得することにより学習機能を実現する。

【0084】

なお、学習機能については、このような遷移動作に限定されないことはいうまでもない。例えば、滑りやすいフローリングの床においてバランスをとるといったスキルも学習機能により取得することができる。さらに、本実施の形態では、学習機能を行動決定機構部 4 1 により実現される場合について述べたが、これに限定されるものではない。他のブロックにより実現することもできる。

【0085】

また、行動決定機構部 4 1 により決定された行動指令情報 S 1 6 は、感情・本能モデル部 4 0 にフィードバックされる。これにより、感情・本能モデル部 4 0 は、フィードバックされた行動指令情報 S 1 6 に影響されて情動部 5 0 A ~ 5 0 F 或いは欲求部 5 1 A ~ 5 1 D の強度を変化させる。例えば、行動指令情報 S 1 6 が「歩行」を伴う行動を示すものであれば、「運動欲」が満たされたとして、「運動欲」の欲求部 5 1 A の強度を変化させる。

【0086】

さらに、行動決定機構部 4 1 により決定された行動指令情報 S 1 6 は、再び行動決定機構部 4 1 にもフィードバックされる。これにより、行動決定機構部 4 1 は、感情・本能モデル部 4 0 からの感情・本能状態情報 S 1 0 等からなると入力

情報 S 14 に行動決定した情報 S 16 を加味して、行動指令情報 S 16 を決定することができるようになる。

【0087】

以上述べたように、行動決定機構部 41 は、指令信号 S 1 と外部情報信号 S 2 と内部情報信号 S 3 と感情・本能状態情報 S 10 と行動情報 S 12 とでなる入力情報 S 14 に基づいて次の行動を決定している。そして、この行動決定機構部 41 は、成長モデルに応じて行動を決定している。

【0088】

コントローラ 32 における成長モデルは、ロボット装置 1 があたかも本物の動物が「成長」するかのごとく行動及び動作を変化させるようなモデルである。

【0089】

具体的には、ロボット装置 1 は、成長モデルにより、「幼年期」、「少年期」、「青年期」及び「成人期」の 4 つの「成長段階」に応じて行動や動作を行うようになされている。例えば、コントローラ 32 の図示しないメモリには、これら各「成長段階」ごとに、「歩行状態」、「モーション（動き）」、「行動」及び「サウンド（鳴き声）」の 4 つの項目に関する行動及び動作の基礎となる成長モデルの情報が予め格納されている。

【0090】

そして、成長モデルでは、「成長段階」に応じて「幼年期」、「少年期」、「青年期」及び「成人期」というように遷移させて、それに対応する行動及び動作をロボット装置 1 がするようになされている。

【0091】

成長モデルは、具体的には、「幼年期」、「少年期」、「青年期」及び「成人期」の成長段階毎に上述したような行動モデルを備えるものであって、各成長段階に応じた行動モデルが選択されることにより成長に応じた行動を行うようになされている。例えば、行動モデルの「成長段階」による違いは、行動や動作の難易度や煩雑さなどによって表現している。具体的には、以下のようになる。

【0092】

コントローラ 32 は、初期時には「幼年期」の行動モデルに従って、例えば「

歩行状態」については歩幅を小さくするなどして「よちよち歩き」となるように、「モーション」については単に「歩く」、「立つ」、「寝る」程度の「単純」な動きとなるように、「行動」については同じ行動を繰り返し行うようにするなどして「単調」な行動となるように、また「サウンド」については音声信号 S 6 の増幅率を低下させるなどして「小さく短い」鳴き声となるように、各アクチュエータ 23 A～23 N 及び音声出力を制御する。

【0093】

また、この際コントローラ 32 は、サウンドコマンド（リモートコントローラ）を用いた指令入力と、「なでる」及び「たたく」に該当するタッチセンサ 14 を介してのセンサ入力及び決められた行動及び動作の成功回数などでなる強化学習と、「なでる」及び「たたく」に該当しないタッチセンサ 14 を介してのセンサ入力と、「ボールで遊ぶ」などの所定の行動及び動作となどの予め決められた「成長」に關与する複数の要素（以下、これらを成長要素という。）について、その発生を常時監視してカウントする。

【0094】

成長要素の累積度数が、成長度合いを示す情報となり、コントローラ 32 は、各成長要素の累積度数の合計値（以下、成長要素の総合経験値という。）が予め設定された閾値を越えると、使用する行動モデルを「幼年期」の行動モデルよりも成長レベル（行動や動作の難易度や煩雑さなどのレベル）が高い「少年期」の行動モデルに変更する。

【0095】

そして、コントローラ 32 は、今後この「少年期」の行動モデルに従って、例えば「歩行状態」については各アクチュエータ 23 A～23 N の回転速度を速くするなどして「少しはしっかり」と歩くように、「モーション」については動きの数を増加させるなどして「少しは高度かつ複雑」な動きとなるように、「行動」については前の行動を参照して次の行動を決定するようにするなどして「少しは目的」をもった行動となるように、また「サウンド」については音声信号 S 6 の長さを延ばしかつ増幅率を上げるなどして「少しは長く大きい」鳴き声となるように、各アクチュエータ 23 A～23 N やスピーカ 12 からの音声出力を制御

する。

【0096】

これと同様にして、コントローラ 3 2 は、この後、成長要素の総合経験値が「青年期」や「成人期」にそれぞれ対応させて予め設定された各閾値を越えるごとに、行動モデルをより「成長段階」の高い「青年期」又は「成人期」の行動モデルに順次変更し、当該行動モデルに従って各アクチュエータ 2 3 A ~ 2 3 N の回転速度やスピーカ 1 2 に与える音声信号 S 1 0 の長さや増幅率を徐々に上げたり、1 つの動作を行う際の各アクチュエータ 2 3 A ~ 2 3 N の回転量などを変化させる。

【0097】

以上のような成長モデルにより行動及び動作を決定することにより、ロボット装置 1 は、「成長段階」が上がる（すなわち「幼年期」から「少年期」、「少年期」から「青年期」、「青年期」から「成人期」に変化する。）に従って、「歩行状態」が「よちよち歩き」から「しっかりした歩き」に、「モーション」が「単純」から「高度・複雑」に、「行動」が「単調」から「目的をもって行動」に、かつ「サウンド」が「小さく短い」から「長く大きい」に段階的に変化するようになる。

【0098】

図 9 に戻って、姿勢遷移機構部 4 2 は、行動決定機構部 4 1 から供給される行動指令情報 S 1 6 に基づいて現在の姿勢から次の姿勢に遷移させるための姿勢繊維情報 S 1 8 を生成し、これを制御機構部 4 3 に送出する。この場合、現在の姿勢から次に遷移可能な姿勢は、例えば胴体や手や足の形状、重さ、各部の結合状態のようなロボット装置 1 の物理的形状と、例えば関節が曲がる方向や角度のようなアクチュエータ 2 3 A ~ 2 3 N の機構とによって決定される。

【0099】

例えば、遷移可能な姿勢は、現在の姿勢から直接遷移可能な姿勢と直接には遷移できない姿勢とに分類される。例えば 4 本足のロボット装置 1 は、手足を大きく投げ出して寝転んでいる状態から伏せた状態へ直接遷移することはできるが、立った状態へ直接遷移することはできず、一旦手足を胴体近くに引き寄せて伏せ

た姿勢になり、それから立ち上がるという２段階の動作が必要である。また、安全に実行できない姿勢も存在する。例えば４本足のロボット装置１は、立っている姿勢で両前足を挙げてバンザイをしようとする、簡単に転倒してしまう場合である。

【 0 1 0 0 】

従って姿勢遷移機構部４２は、遷移可能な姿勢を予め登録しておき、行動決定機構部４１から供給された行動指令情報Ｓ１６が直接遷移可能な姿勢を示す場合には、当該行動指令情報Ｓ１６をそのまま姿勢遷移情報Ｓ１８として制御機構部４３に送出する一方、直接遷移不可能な姿勢を示す場合には、遷移可能な他の姿勢に一旦遷移した後に目的の姿勢まで遷移させるような姿勢遷移情報Ｓ１８を生成して制御機構部４３に送出する。これによりロボット装置１は、遷移不可能な姿勢を無理に実行しようとする事態や転倒するような自体を回避することができる。

【 0 1 0 1 】

具体的には姿勢遷移機構部４２は、ロボット装置１がとり得る姿勢を予め登録すると共に、遷移可能な２つの姿勢の間を記録しておくようになされている。例えば図１２に示すように、姿勢遷移機構部４２は、ロボット装置１がとり得る姿勢をノード $ND_1 \sim ND_5$ で表すと共に、遷移可能な２つの姿勢の間すなわちノード $ND_1 \sim ND_5$ 間を有向アーク $a_1 \sim a_{10}$ で結合した有向グラフ６０と呼ばれるアルゴリズムを用いている。

【 0 1 0 2 】

姿勢遷移機構部４２は、行動決定機構部４１から行動指令情報Ｓ１６が供給されると、現在の姿勢に対応したノード ND と、行動指令情報Ｓ１６が示す次にとるべき姿勢に対応するノード ND とを結ぶように、有向アーク a の向きに従いながら現在のノード ND から次のノード ND に至る経路を探索し、当該探索した経路上にあるノード ND を順番に記録することにより、姿勢遷移の計画を行うようになされている。これによりロボット装置１は、遷移不可能な姿勢を無理に実行しようとする事態や転倒するような事態を回避しながら、行動決定機構部４１から指示された行動を実現することができる。

【0103】

姿勢遷移機構部42は、例えば現在の姿勢が「ふせる」という姿勢を示すノードND₂にある場合、「すわれ」という行動指令情報S16が供給されると、「ふせる」という姿勢を示すノードND₂から「すわる」という姿勢を示すノードND₅へは直接遷移可能であることを利用して、「すわれ」という姿勢遷移情報SI8を制御機構部43に与える。これに対して姿勢遷移機構部42は、「歩け」という行動指令情報S16が供給されると、「ふせる」というノードND₂から「あるく」というノードND₄に至る経路を探索することにより姿勢遷移計画を行い、その結果、「たて」という指示を出した後に「歩け」という指示を出すような行動指令情報S18を生成して制御機構部43に送出する。

【0104】

図9に戻って制御機構部43は、行動指令情報S18を基にアクチュエータ23を駆動させるための制御信号S5を生成し、これをアクチュエータ23に送出して当該アクチュエータ23を駆動させることにより、ロボット装置1に所望の動作を行わせるようになされている。

【0105】

(4) 動作及び効果

以上の構成において、コントローラ32の感情・本能モデル部40は、供給される入力情報S1～S3に基づいて、ロボット装置1の感情及び本能の状態を変化させ、この感情及び本能の状態の変化をロボット装置1の行動に反映させることにより、自分の感情や本能の状態に基づいて自律的に行動させる。

【0106】

また、コントローラ32の成長モデルは、ロボット装置1の成長度合いを変化させ、この成長度合いの変化をロボット装置1の行動に反映させることにより、自分の成長度合いに基づいて自律的に行動させる。

【0107】

これにより、ロボット装置1は、自分の感情や本能の状態或いは成長の度合いに基づいて自律的に行動することができ、かくして本物のペットに近い動作をとることができるようになる。

【0108】

そして、ロボット装置1は、他のロボット装置に遺伝情報を継承する場合には、成長の過程において得た感情・本能モデル部40の情動部50A～50F及び欲求部51A～51Dの強度や、学習機能により獲得した情報（スキル）等から遺伝に関する情報を遺伝情報として抽出して、遺伝情報を更新する。

【0109】

さらに、交配センタ100においてそのような遺伝情報の「交配」作業がなされて得られた新たな遺伝情報が継承された他のロボット装置1では、継承した遺伝情報、例えば感情・本能モデル部40の情動部50A～50F及び欲求部51A～51Dの強度やスキルの影響を受けた行動の決定がなされるようになる。

【0110】

(5) 他の実施の形態

上述の実施の形態では、交配システムがインターネットのようなネットワーク上において交配システムが展開されることに述べ、ロボット装置1の構成もそれに適用可能となるような場合について述べたが、これに限定されるものではない。例えば、図13に示すように、ロボット装置1自身に交配部9を設けることもできる。

【0111】

この場合、例えば、有線又は無線のデータ通信により、或いは情報記録媒体を使用して、親ロボット装置1a、1bと子供ロボット装置1cとを接続して、子供ロボット装置1cにおいて「交配」作業を行う。例えば、情報記録媒体を使用して「交配」作業を行う場合には、親ロボット装置1a、1bの遺伝情報が記録されている2つのデータ記録媒体を子供ロボット装置1cの交配部9に差し替えることにより「交配」作業を行う。なお、「交配」作業は、子供ロボット装置1cの交配部9で行うことに限定されるものではなく、例えば、一方のロボット装置1aの交配部9に他方の親ロボット装置1bの遺伝情報が記憶されている情報記録媒体を差し込むことにより行うこともできる。

【0112】

また、交配システムにおいて、交配センタ100に、例えば、一定のロボット

装置の遺伝情報を蓄積しておくこともできる。例えば、有名人等の他人の飼っているロボット装置の遺伝子を蓄積しておく（登録しておく）。これにより、有名人の飼っているロボット装置との「交配」作業により新たな遺伝情報を得て、これをロボット装置に継承することもできる。

【0 1 1 3】

例えば、図 1 4 に示すように、ネットワーク上に、一般ユーザ、有名人等が、自己（オナ）の氏名、又は自分のロボット装置の写真、性別若しくは性格等の固有情報、又は遺伝情報の販売価格（或いは交配価格）等を登録している。

【0 1 1 4】

そして、そのようなネットワーク上に登録されているロボット装置との交配をしようとするユーザは、交配の申し込みと自己のロボット装置 1 の遺伝情報のネットワーク上へのアップロードを行う。ネットワーク上への遺伝情報のアップロードは例えば次のような手順により行う。

【0 1 1 5】

例えば、ユーザは、ロボット装置 1 の遺伝情報を情報記録媒体であるメモリースティック 1 2 0 に記録して、そのメモリースティック 1 2 0 によりメモリースティックインターフェース 1 1 1 を介してパーソナルコンピュータ 1 1 0 に遺伝情報を取り込む。或いは、無線又は有線によるデータ通信によりロボット装置 1 の遺伝情報をパーソナルコンピュータ 1 1 0 に取り込む。そして、パーソナルコンピュータ 1 1 0 から遺伝情報をネットワーク上にアップロードする。

【0 1 1 6】

そのようにアップロードされた遺伝情報は交配センタ 1 0 0 において、ユーザが選択した所望の有名人等のロボット装置の遺伝情報と「交配」されて、ユーザに新たな遺伝情報としてダウンロードされる。

【0 1 1 7】

以上述べたように、有名人等の飼っているロボット装置との「交配」作業により新たな遺伝情報を得て、これをロボット装置に継承させることもできる。

【0 1 1 8】

また、ロボット装置 1 における遺伝情報に基づく行動の決定や上述の遺伝情報

の更新についてはソフトウェア上において実行することができる。これにより、アプリケーションプログラムのプログラムを更新することにより、遺伝情報の更新機能等をロボット装置 1 に備えることもできる。例えば、そのような制御工程が記録されている情報記録媒体の提供によりロボット装置 1 のアプリケーションプログラムを更新することができ、具体的には、複数の他のロボット装置の遺伝情報を配合して、新たな遺伝情報を生成する交配工程と、交配工程により生成された遺伝情報を遺伝情報記憶手段に記憶する記憶工程と、遺伝情報記憶手段に記憶されている遺伝情報を出力する遺伝情報出力工程と、をロボット装置に実行させる制御工程が情報が記録されている情報記録媒体の提供によりロボット装置 1 のアプリケーションプログラムを更新することができる。

【 0 1 1 9 】

また、上述の実施の形態では、「うれしさ」、「悲しさ」、「怒り」、「驚き」、「恐れ」「嫌悪」という情動を示す情動部 5 0 A ~ 5 0 F により受動 5 0 を構成し、「運動欲」、「愛情欲」、「食欲」、「好奇心」という欲求を示す欲求部 5 1 A ~ 5 1 D により欲求群 5 1 を構成して、これら情動部 5 0 A ~ 5 0 F 及び欲求群 5 1 A ~ 5 1 D により感情及び本能の状態を決定するようにした場合について述べたが、これに限定されるものではない。すなわち、例えば情動群 5 0 に「寂しさ」という情動を示す情動部を追加することもできる。

【 0 1 2 0 】

また、上述の実施の形態では、有限オートマトン 5 7 と呼ばれるアルゴリズムを用いて次の行動を決定した場合について述べた。しかし、これに限定されるものではなく、ステートの数が有限でないステートマシンと呼ばれるアルゴリズムを用いて行動を決定するようにしてもよく、この場合、入力情報 S 1 4 が供給される毎に新たにステートを生成し、当該生成したステートに応じて行動を決定すればよい。

【 0 1 2 1 】

また、上述の実施の形態では、有限オートマトン 5 7 と呼ばれるアルゴリズムを用いて次の行動を決定した場合について述べた。しかし、これに限定されるものではなく、現在供給された入力情報 S 1 4 とそのときのステートとに基づいて

複数のステートを遷移先の候補として選定し、当該選定された複数のステートのうち遷移先のステートを乱数によってランダムに決定するような確率有限オートマトンと呼ばれるアルゴリズムを用いて行動を決定するようにしてもよい。

【0 1 2 2】

また、上述の実施の形態では、「成長」に伴って変更する項目を「歩行状態」、「モーション」、「行動」及び「サウンド」の4つにするようにした場合について述べた。しかし、これに限定されるものではなく、これ以外の項目を「成長」に伴って変化させるようにしてもよい。

【0 1 2 3】

また、上述の実施の形態では、本発明をロボット装置 1 に適用した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えばゲームや展示等のエンタテインメント分野で用いられるロボットのような他の種々の分野に本発明を適用し得る。例えば、自主的に行動を決定するロボットがアニメーションとして表現されるような場合にも適用することもできる。

【0 1 2 4】

【発明の効果】

本発明に係る情報伝達システムは、ロボットが遺伝情報記憶手段に記憶されている遺伝情報を遺伝情報出力手段により外部に出力し、交配手段が複数のロボットの遺伝情報出力手段が出力した遺伝情報を配合して、自主的に行動を決定する自律型の他のロボットの遺伝情報記憶手段に記憶させるための新たな遺伝情報を生成することにより、継承された遺伝情報に影響された行動をロボットに起こさせることができる。

【0 1 2 5】

また、本発明に係る情報伝達方法は、自主的に行動を決定する自律型の複数のロボットから出力された遺伝情報を配合して、新たな遺伝情報を生成し、新たな遺伝情報を、自主的に行動を決定する自律型の他のロボットに継承させることにより、継承された遺伝情報に影響された行動をロボットに起こさせることができる。

【0 1 2 6】

また、本発明に係るロボットは、複数の他のロボットの遺伝情報を配合して、新たな遺伝情報を生成する交配手段と、交配手段により生成された遺伝情報が記憶される遺伝情報記憶手段と、遺伝情報記憶手段に記憶されている遺伝情報を出力する遺伝情報出力手段とを備えることにより、交配手段により、他のロボットが出力した当該他のロボットの遺伝情報の複数個を配合して、新たな遺伝情報を生成し、遺伝情報記憶手段に記憶されている遺伝情報を遺伝情報出力手段により出力することができる。これにより、継承された遺伝情報に影響された行動をロボットに起こさせることができる。

【0 1 2 7】

また、本発明に係る情報伝達方法は、複数のロボットの遺伝情報を配合して、新たな遺伝情報を生成する交配工程と、交配工程により生成された遺伝情報を遺伝情報記憶手段に記憶する記憶工程と、遺伝情報記憶手段に記憶されている遺伝情報を出力する遺伝情報出力工程とを有することにより、継承された遺伝情報に影響された行動をロボットに起こさせることができる。

【0 1 2 8】

また、本発明に係る情報記録媒体は、複数の他のロボットの遺伝情報を配合して、新たな遺伝情報を生成する交配工程と、交配工程により生成された遺伝情報を遺伝情報記憶手段に記憶する記憶工程と、遺伝情報記憶手段に記憶されている遺伝情報を出力する遺伝情報出力工程と、をロボットに実行させる情報が記録されていることにより、継承された遺伝情報に影響された行動をロボットに起こさせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

実施の形態の交配システムにおけるロボット装置の遺伝情報を継承する部分を示すブロック図である。

【図 2】

上述のロボット装置の外観を示す斜視図である。

【図 3】

上述の交配システムを示すブロック図である。

【図 4】

インターネット上において展開される上述の交配システムを示すブロック図である。

【図 5】

遺伝情報がロボット装置の成長や学習を通じて変化される手順を示すフローチャートである。

【図 6】

「血液型」が遺伝情報として継承される場合を説明するために使用した図である。

【図 7】

「活発さ」のパラメータが遺伝情報として継承される場合を説明するために使用した図である。

【図 8】

上述のロボット装置の具体例を示すブロック図である。

【図 9】

上述のロボット装置のコントローラの構成を示すブロック図である。

【図 10】

上述のコントローラの感情・本能モデルの構成を示すブロック図である。

【図 11】

上述の行動モデルのアルゴリズムとして採用される有限オートマトンを説明するために使用した図である。

【図 12】

上述のコントローラの姿勢遷移機構部において状態を遷移させることの説明に使用した図である。

【図 13】

実施の形態のロボット装置であって、交配部を備えているロボット装置を示すブロック図である。

【図 14】

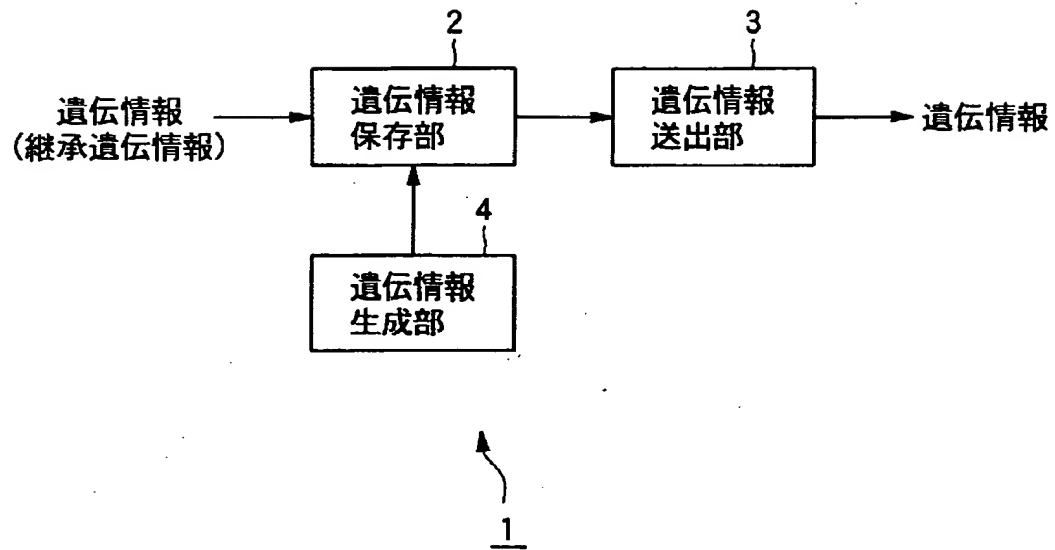
ネットワーク上において、有名人等の有するロボット装置の遺伝情報と交配する場合の具体例を説明するために使用した図である。

【符号の説明】

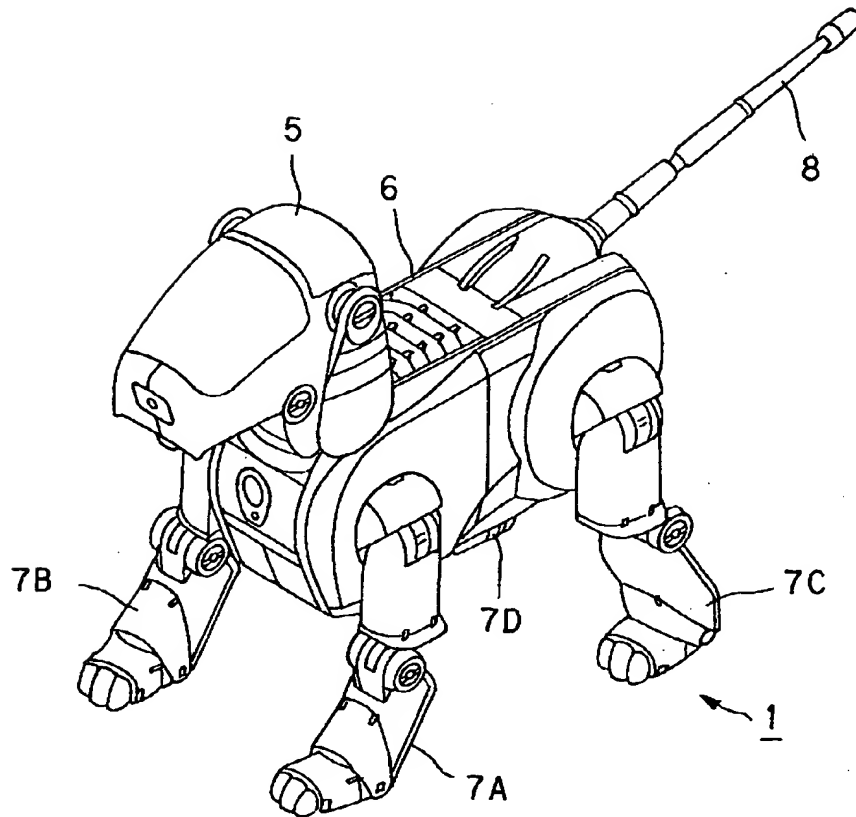
1 ロボット装置、2 遺伝情報保存部、3 遺伝情報送出部、4 遺伝情報生成部、100 配合センタ

【書類名】 図面

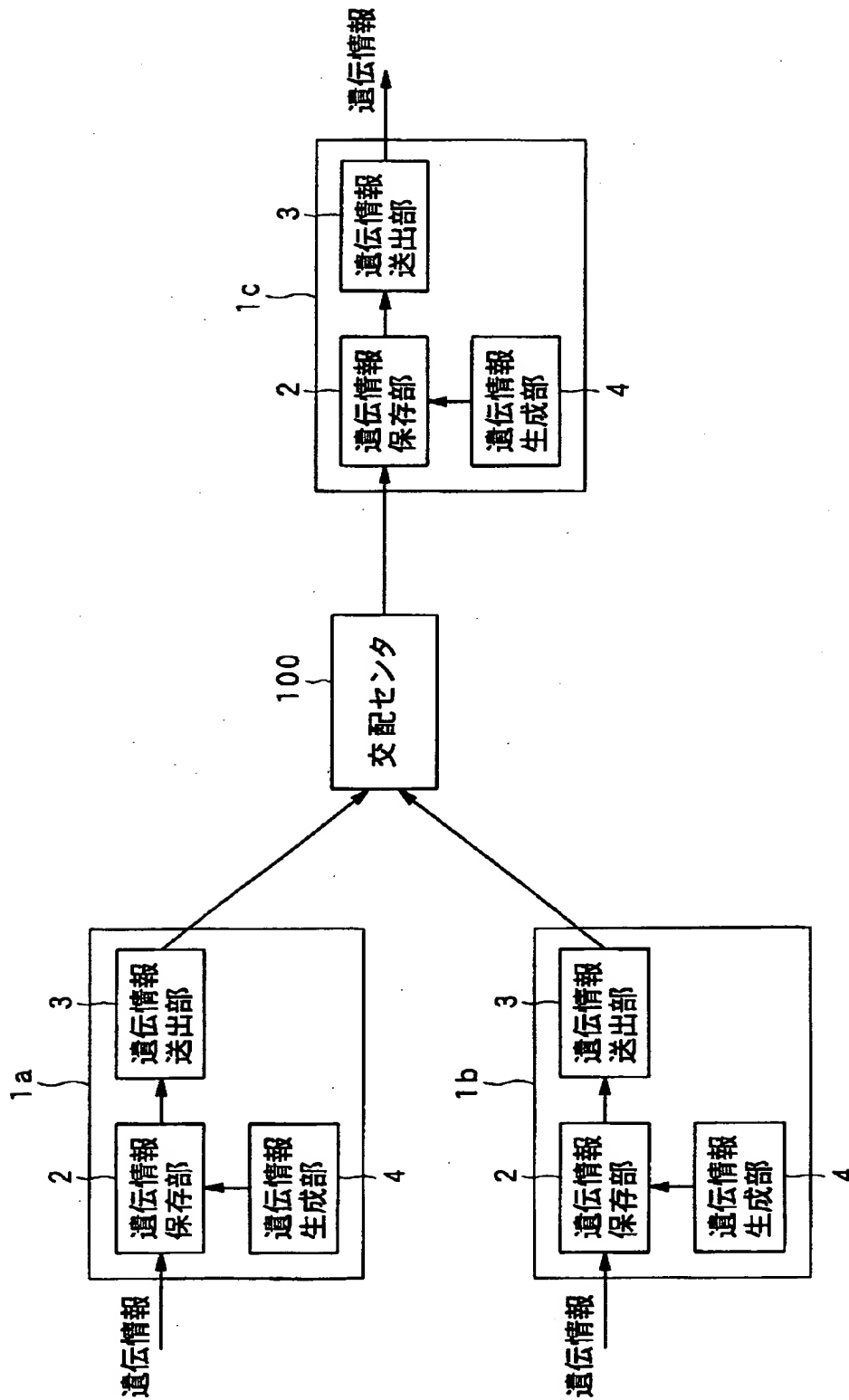
【図 1】



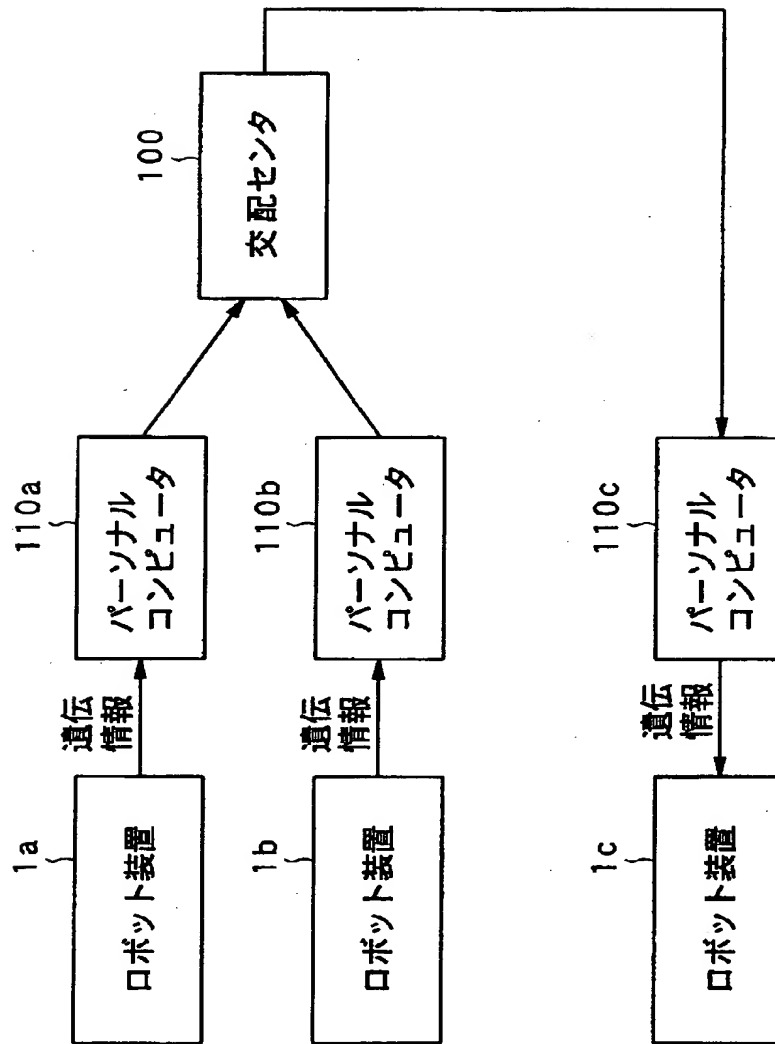
【図 2】



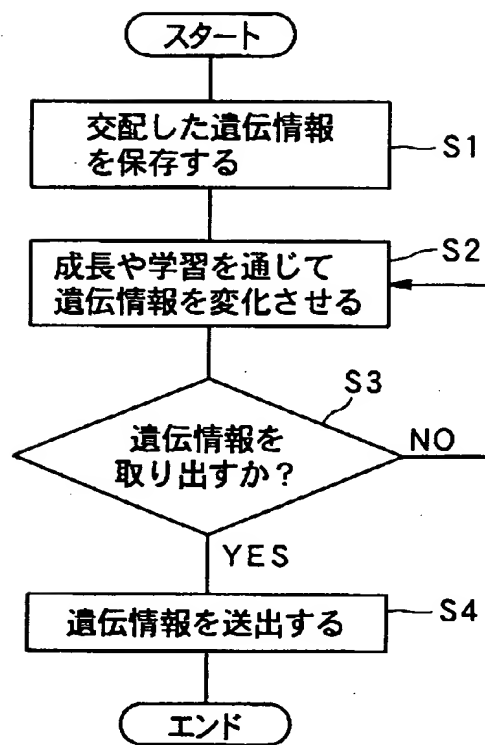
【図 3】



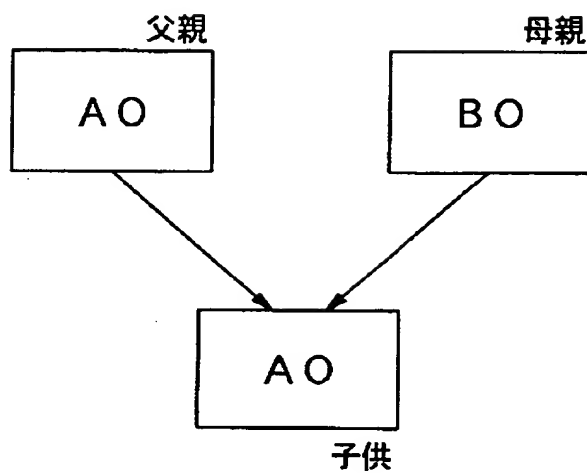
【図 4】



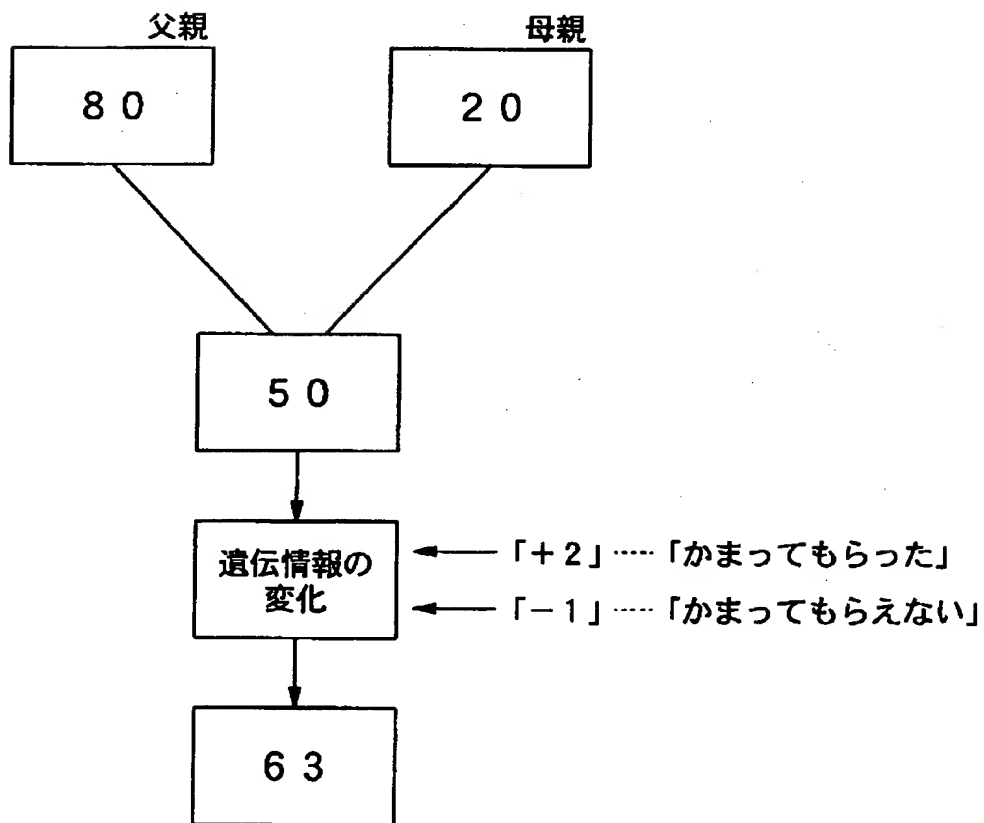
【図 5】



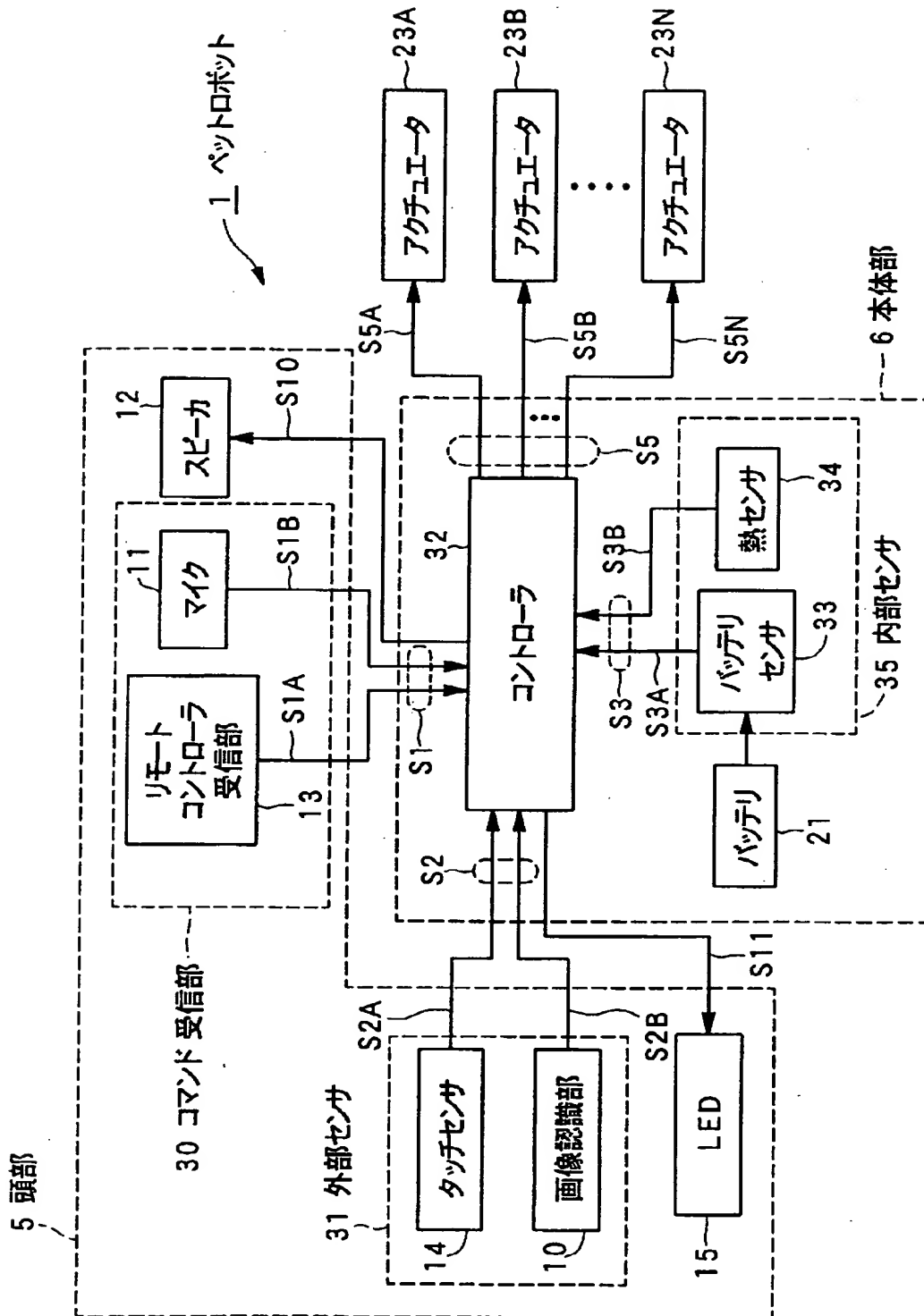
【図 6】



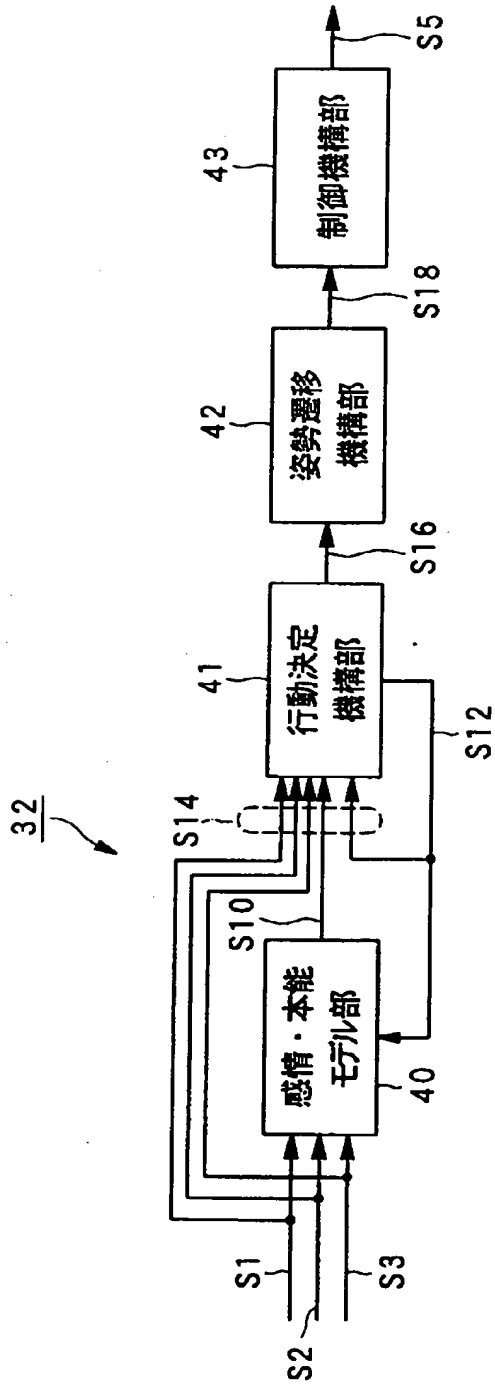
【図 7】



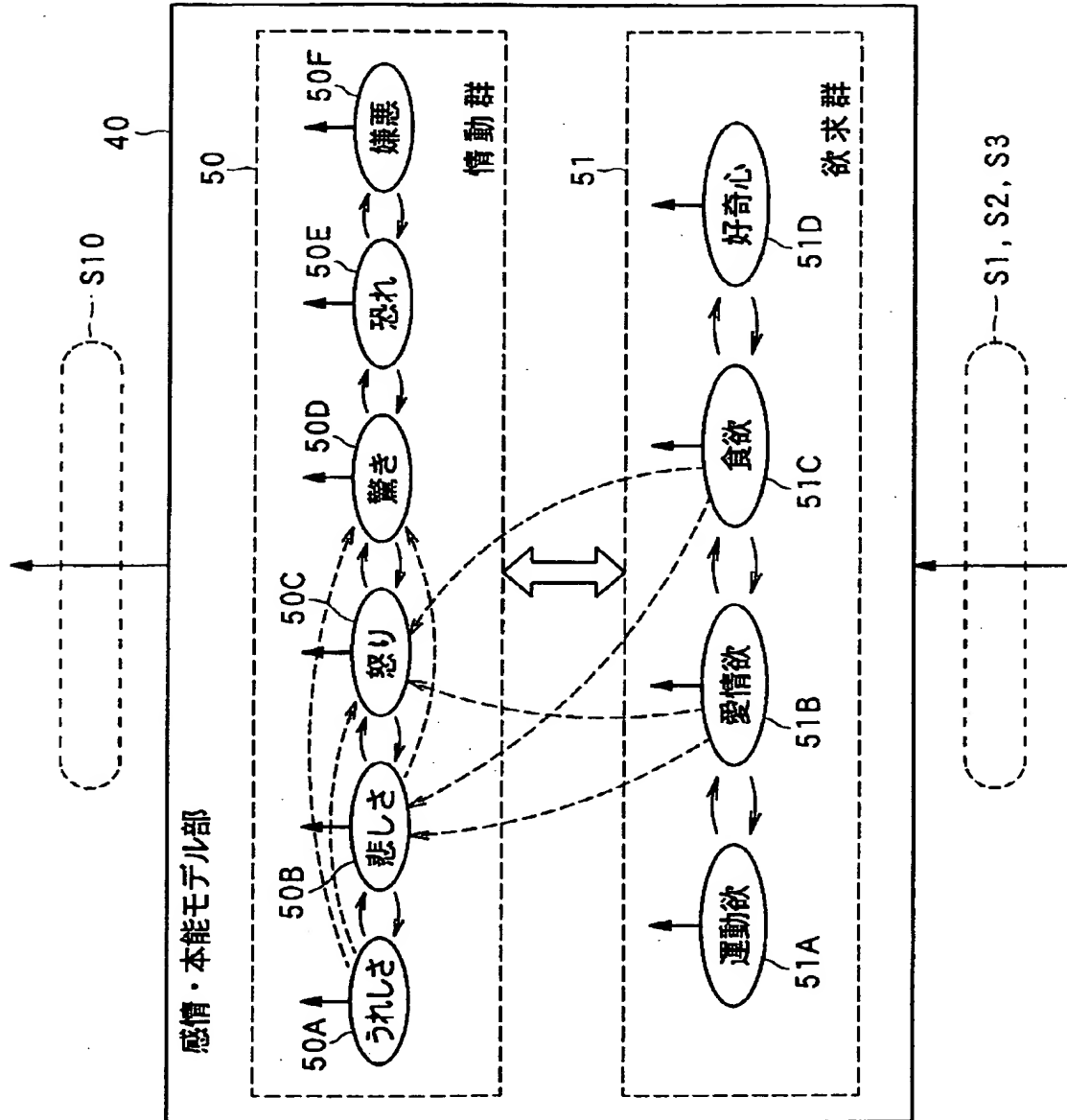
【図 8】



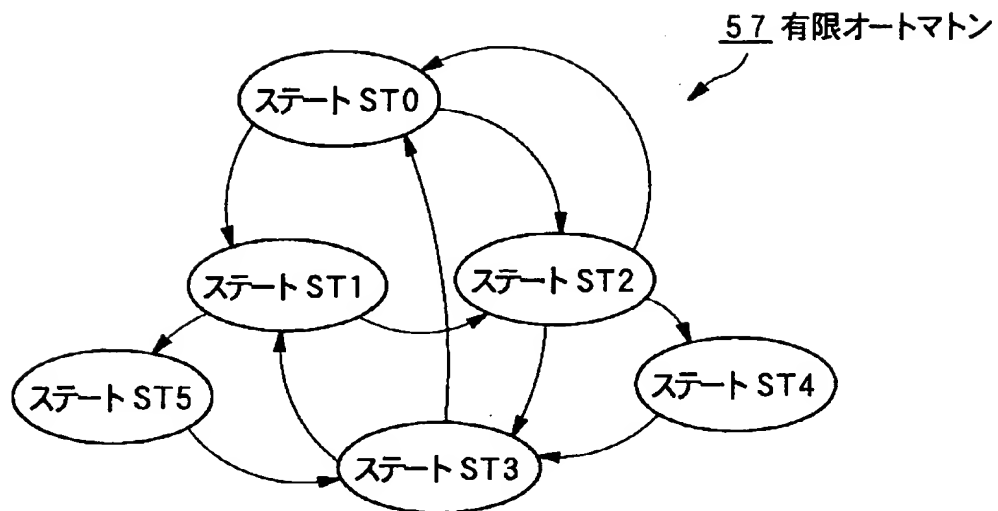
【図 9】



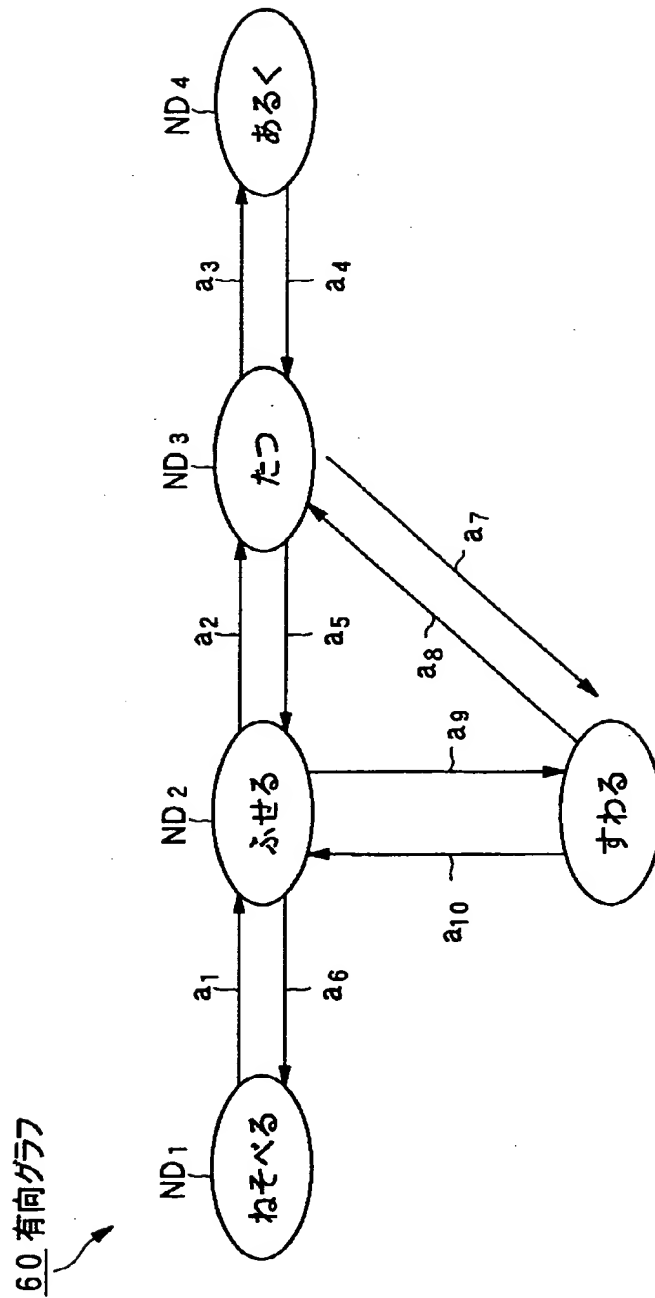
【図 1 0】



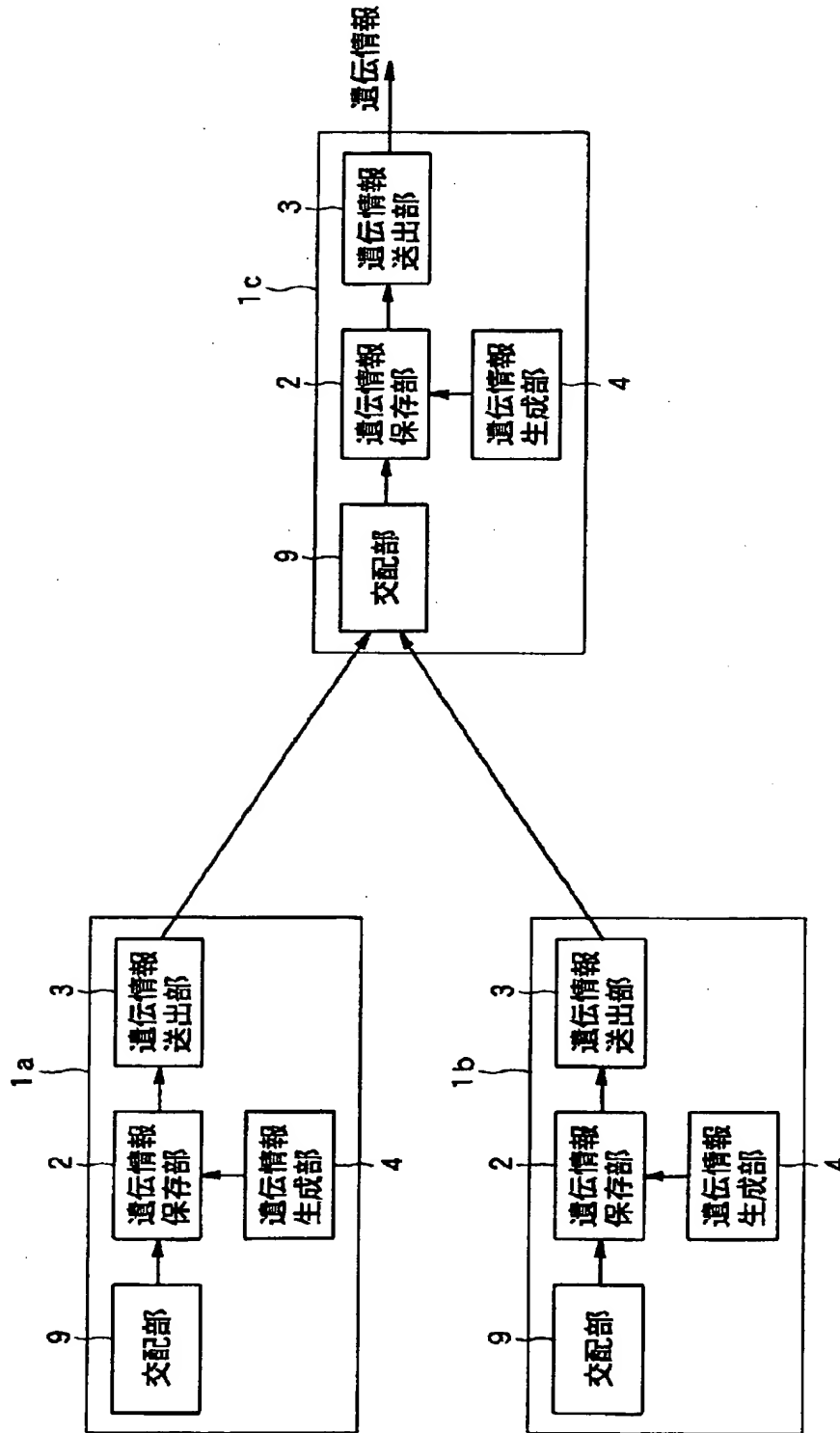
【図 1 1】



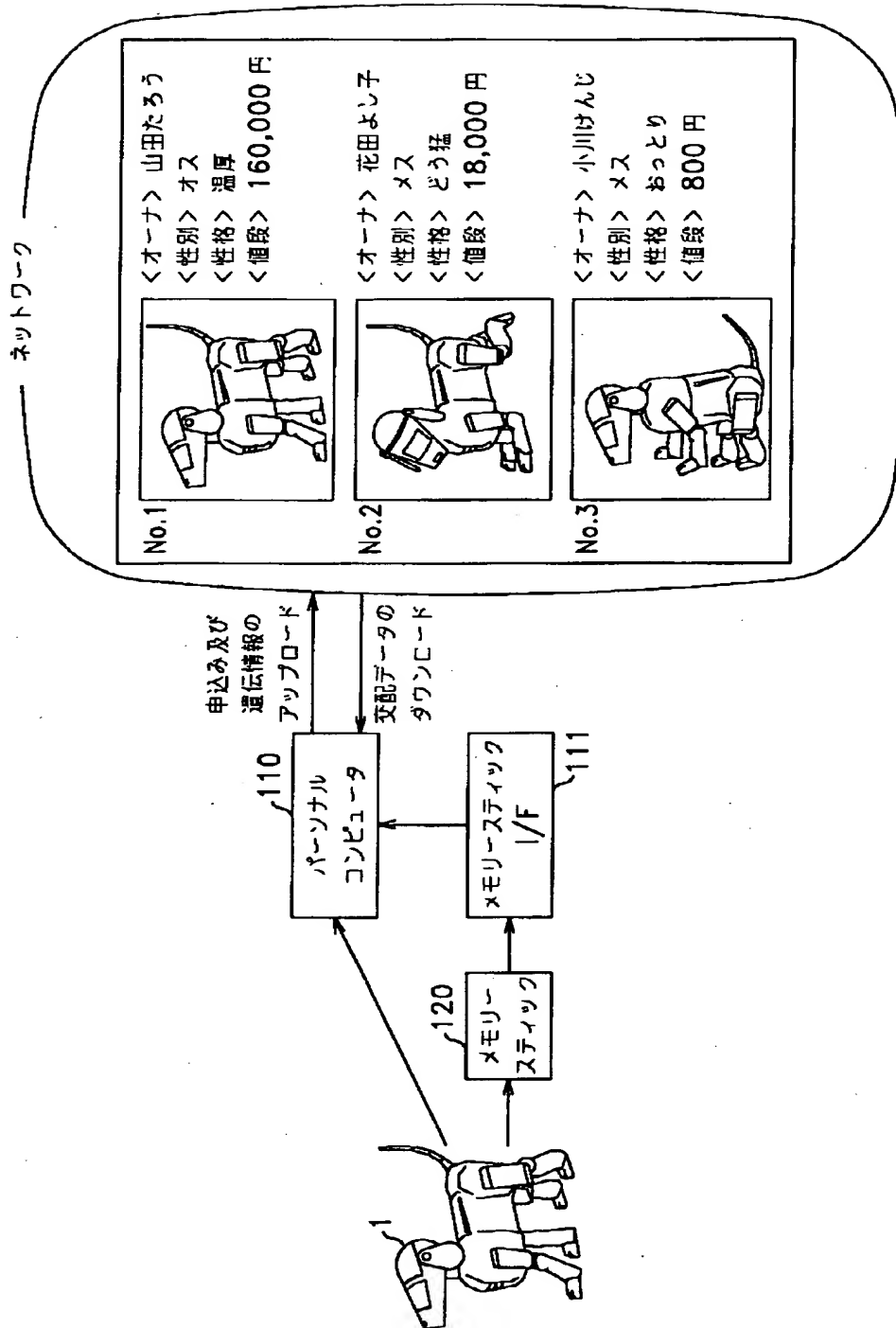
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ロボット装置間で遺伝情報を継承する。

【解決手段】 交配システムにおいて、遺伝情報の継承を行うロボット装置は、図 1 に示すように、このロボット装置 1 の遺伝情報が記憶される遺伝情報記憶部 2 と、遺伝情報記憶部 2 に記憶されている遺伝情報を外部に出力する遺伝情報送出部 3 と、自律的な行動により、遺伝情報記憶部 2 に記憶される遺伝情報を更新する遺伝情報生成部 4 とを備えている。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日	1990年 8月30日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏 名	ソニー株式会社